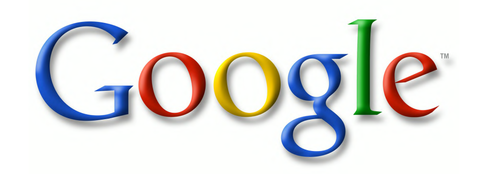



UC-NRLF
$B 24 396



# Das Bogenspektrum von Samarium.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn

vorgelegt von

**Christian Rütten**

aus Lövenich.

BONN,

Druck der P. Hauptmann'schen Buchdruckerei

1905.

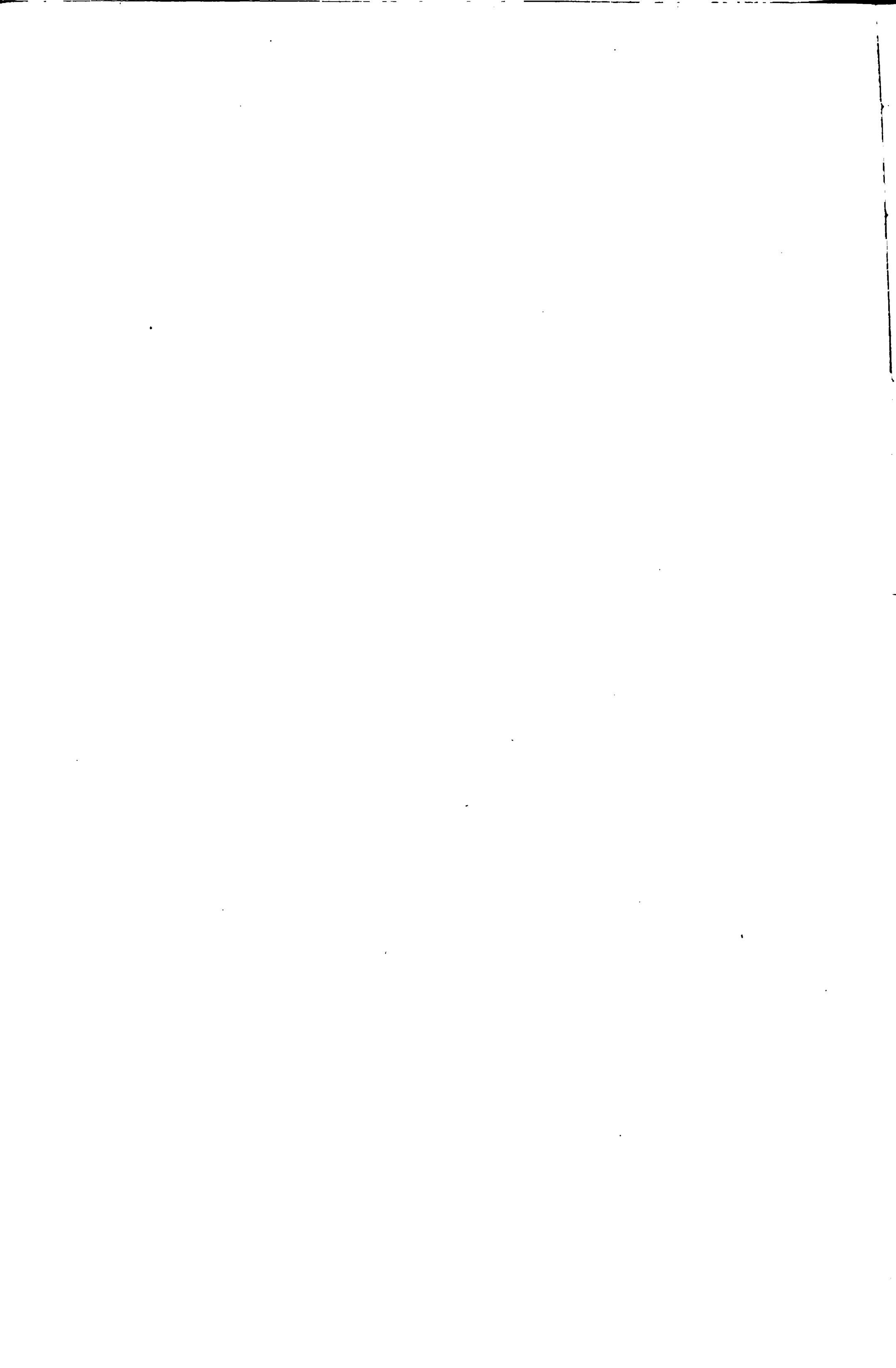
Berichterstatter:

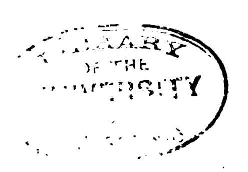
Professor Dr. H. Kayser.

Meinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.





In seiner Abhandlung „Die Bogenspektren von Yttrium und Ytterbium“ bespricht Prof. Kayser die Vorteile welche die Spektralanalyse dem Forscher bei der Untersuchung der seltenen Erden bietet.[1]) Er kommt bei einer kleinen Diskussion der einzelnen spektralanalytischen Methoden zu dem Ergebnis, dass die Emissionsanalyse und zwar das Bogenspektrum die zuverlässigsten Resultate liefert. Mit ihrer Hilfe werden denn auch im hiesigen physikalischen Institute alle seltenen Erden untersucht. Diese Untersuchungen sollen unter möglichst denselben Bedingungen vorgenommen werden, d. h. die Aufnahmen sollen an demselben Gitter bei gleicher Stromstärke und möglichst gleicher Expositionszeit angefertigt und nach derselben Methode ausgemessen werden, damit endlich eine bestimmte Identifizierung jeder einzelnen Spektrallinie erreicht wird. Diese Untersuchungsreihe hat Prof. Kayser mit den Messungen des Yttrium und Ytterbium begonnen; Kellner hat bereits das Lanthanspektrum ausgemessen. An diese Untersuchungen schliesst sich die vorliegende Arbeit an, die einen Beitrag zur genaueren Kenntnis des Samariumspektrums liefern wird.

Herr Prof. Dr. H. Kayser überreichte mir zur Untersuchung des Samariumspektrums ein von Dr. Drossbach hergestelltes Präparat, Samariumoxalat, und stellte mir zur Anfertigung meiner Aufnahmen die Krupp'sche Gitteraufstellung[2]) des hiesigen physika-

---

[1]) H. Kayser: Die Bogenspektren von Yttrium und Ytterbium. Abhandl. der Berlin. Akad. 1903.

[2]) H. Konen: Ueber die Krupp'sche Gitteraufstellung. Zeitschr. für wiss. Phot. Bd. I. Heft 10. 1903.

lischen Instituts zur Verfügung, wo ein Rowlandsches Konkavgitter mit 16000 Linien pro Jnch und einer Brennweite von 6,6 m sich befindet. In allen Fällen wurde in der ersten Ordnung und zwar auf Schleussners Gelatine-Emulsionsplatten photographiert, die je nach der Stellung des Gitters orthochromatisch waren. Der verwendete Strom hatte eine Stärke von 6—8 Ampère bei einer Spannung von 220 Volt. Die Expositionszeit war in den einzelnen Gitterstellungen verschieden, und zwar betrug dieselbe in den Stellungen $\lambda = 2500$ und $\lambda = 5300$ je 25—30 Minuten und in den Stellungen $\lambda = 3400$ und $\lambda = 4200$ je 5 Minuten. In jeder dieser vier Stellungen wurden zwei Aufnahmen angefertigt und ausgemessen. Das Samariumoxalat brannte bei meinen sämtlichen Aufnahmen sehr regelmässig; der Bogen zeigte dabei in der Mitte einen tiefblauen Kern, der von einem orangegefärbten Rand umgeben war.

Als Vergleichsspektrum benutzte ich die Linien des Eisenspektrums, die über die eine Hälfte des Samariumspektrums photographiert wurden. Als Normalen verwendete ich bis zur Wellenlänge 4494 die von Prof. Kayser angegebenen Eisennormalen,[1]) darüber hinaus Eisenlinien aus dem Rowlandschen Sonnenatlas.[2]) Die Aufnahmen wurden auf der nach Angabe von Prof. Kayser konstruierten Teilmaschine[3]) gemessen, wobei folgende Methode zur Anwendung kam. Eine vorher durch Zeichen zum Messen bestimmte Strecke von 150—200 Angström-Einheiten wurde von links nach rechts und wieder zurück gemessen, während die Platte völlig unberührt liegen blieb. War nach der

---

[1]) H. Kayser: Normalen aus dem Bogenspektrum des Eisens. Ann. d. Phys. Bd. III. 4. Folge.

[2]) H. A. Rowland: A preliminary table of solar spectrum wavelengths. Chicago 1896.

[3]) Konstruktion und Gebrauch der Maschine. H. Kayser: Hdb. der Spektroskopie I. pg. 725.

Rückmessung die ursprüngliche Normale wieder genau eingestellt, so wurde die Schraubenkurbel eine halbe Umdrehung weiter gedreht und die Anfangsnormale durch Verschieben der Platte wieder unter das Fadenkreuz gebracht. Hierauf wurde die Messung wie beim ersten Mal wiederholt. Durch diese Operation wurden die Ungenauigkeiten, die jedem einzelnen Schraubengang zukommen, möglichst eliminiert, indem nicht an einer, sondern an vier verschiedenen Stellen eines jeden Schraubenganges gemessen wurde. An zwei verschiedenen Stellen wurde nämlich durch das wirkliche Verschieben der Platte nach einer Hin- und Rückdrehung gemessen, während die beiden anderen Verschiebungen durch den „toten Gang" der Schraube verursacht werden. Dieser „tote Gang" beträgt bei der benutzten Schraube etwa ein Zehntel bis ein Achtel eines Schraubenganges, wie folgende kleine Tabelle zeigt.

| I. Messung. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 98.478 | 98.376 | 98.020 | 97.914 |
| 107.425 | 107.339 | 106.980 | 106.880 |

Zwischen der zweiten und dritten Messung erfolgt die Verschiebung um circa eine halbe Umdrehung; die Differenzen zwischen der ersten und zweiten sowie zwischen der dritten und vierten Messung sind durch den „toten Gang" verursacht. Für die Berechnung der Wellenlängen wurde jedesmal aus vier solcher Messungen das Mittel genommen. Jede Platte wurde in dieser Weise zweimal durchgemessen, und es erfolgte noch eine dritte Messung, wenn die bei den einzelnen Messungen erlangten Resultate um 0,01 A. E. oder mehr variierten. Die Genauigkeit, welche ich bei dieser Methode des Messens erzielte, mögen folgende beiden willkürlich gewählten Tabellen veranschaulichen.

## I. Tabelle.

| Platte I. | Platte II. |
|---|---|
| **3300**.239, 239 | 232, 230 |
| **01**.105, 100 | 104, 106 |
| **01**.802, 808 | 804, 805 |
| **02**.219, 220 | 216, 214 |
| **04**.653, 647 | 648, 651 |
| **05**.312, 311 | 309, 310 |

## II. Tabelle.

| Platte I. | Platte II. |
|---|---|
| **3402**.599, 599 | 594, 591 |
| **03**.226, 225 | 219, 216 |
| **07**.924, 926 | 928, 931 |
| **08**.786, 789 | 794, 791 |
| **14**.036, 035 | 038, 036 |
| **15**.090, 095 | 091, 084 |

Aus diesen beiden Tabellen geht deutlich hervor, dass die Mittel bis auf 0,01 einer Angström-Einheit richtig sind. Es werden also wohl kaum irgendwo grössere Fehler als 0,02 A. E. vorliegen. Bestätigt wird diese meine Ansicht durch einen Blick auf die Messungen des Yttrium und Ytterbium von Prof. Kayser, wovon ich die stärksten Linien in meinem Samariumspektrum als Verunreinigung vorfand.

Bei einem Vergleich meiner Resultate mit denen von Exner und Haschek findet sich eine genügende Uebereinstimmung sowohl in Bezug auf die Genauigkeit, als auch besonders hinsichtlich der Anzahl der Linien. Im mittleren Teil des Spektrums haben Exner und Haschek freilich einige schwache Linien von der Intensität $i = 1$ mehr gemessen, so besonders in der Cyanbande 3883, während ich hinwiederum in dem ultravioletten Teil bedeutend mehr Linien gefunden habe; grössere Wellenlängen als 4700 haben die genannten Autoren gar nicht gemessen.

In der nun unten folgenden Zusammenstellung des Linienspektrums von Samarium lasse ich sämtliche von

mir gemessenen Linien folgen, mit Ausnahme von einigen starken Calcium-, Silicium- und Aluminiumlinien, die ja in jedem Spektrum wiederkehren, sofern als Elektroden Kohlestäbe benutzt werden. Aus meinen Messungen kann man dann einerseits sofort auf die Reinheit des Materials einen Schluss ziehen, andererseits denke ich, wird es für jeden Forscher in diesem Gebiete von sehr grossem Interesse sein, die Verunreinigungen eines hergestellten Präparates kennen zu lernen. Beim Aussuchen und Bestimmen der Linien, wobei ich gerade die peinlichste Sorgfalt anwendete, benutzte ich sämtliches von mir erreichbares Material; einerseits die im hiesigen Institute bis jetzt angefertigten Messungen der seltenen Erden und zwar das Yttrium- und Ytterbiumspektrum von Prof. Kayser (Ky.*)[1]), das Lanthanspektrum von Wolff (W.)[2]), das Tantalspektrum von Morsch (M.)[3]) und das Neodymspektrum von Bertram (Btr.), sowie andererseits die Wellenlängen der Bogenspektren von Exner und Haschek[4]) und den Rowlandschen Sonnenatlas.[5]) Als Verunreinigung habe ich nur dann eine Linie aufgeführt, wenn sich die stärksten Linien des betreffenden Elements in meinem Spektrum wiederfanden; im anderen Falle habe ich Linien, welche mit den von mir gemessenen coincidierten, als zufällig zusammenfallend, aber beiden Spektren angehörend aufgefasst oder als eine gemeinsame aber unbekannte Verunreinigung beider Elemente. Letzteres

*) Die in Klammern stehenden Zeichen sind in der Tabelle als Abkürzung für die betreffenden Namen verwandt.

[1]) H. Kayser: Die Bogenspektren von Yttrium und Ytterbium. Abhandl. der Berl. Akad. 1903.

[2]) E. Wolff: Inaug.-Diss. Bonn 1905.

[3]) Hugo Morsch: Inaug.-Diss. Bonn 1905.

[4]) Exner und Haschek: Die Wellenlängen der Bogenspektren. I. und II. 1904.

[5]) H. A. Rowland: A preliminary table of solar-spectrum wavelengths. Chicago 1896.

ist namentlich dann geschehen, wenn eine und dieselbe Linie in den Spektren von drei und mehr Elementen gefunden wurde, wie uns das in der Zusammenstellung des Spektrums verschiedentlich begegnen wird.

Bezüglich der Intensitätsangaben möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass dieselben freilich auf absolute Genauigkeit als subjektive Schätzungen keinen Anspruch machen können, aber doch der wirklichen Intensität sehr nahe kommen werden, weil die Schätzung der Intensität für jede Linie bei jeder Messung erfolgte, und der in der Zusammenstellung angegebene Wert das Mittel aus allen Schätzungen ist. Ich begnügte mich mit einer Intensitätsskala von 1—10 und ging bei den einzelnen Schätzungen von dem allgemeinen Prinzip aus, eine eben gut einstellbare Linie mit 1, die stärksten mit 10 zu bezeichnen. War eine Linie unter dem Mikroskop kaum mehr zu sehen, so ist dies durch ein zugefügtes „schwach“ gekennzeichnet. Umgekehrte Linien waren im ganzen Samariumspektrum nicht vorhanden.

---

# Tabelle.

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2851.446 | 1 | |
| 2529.259 | 2 | | 56.251 | 1 | Sm? s. schwach, vielleicht Fe. |
| 32.449 | 1 | | 57.705 | 1 | |
| 88.770 | 1 | | 60.313 | 1 | Sm? auf Fe gelegen |
| 2610.135 | 1 | | 61.470 | 1 | eher Yb $476_2$ bei Prof. Ky. |
| 22.982 | 1 | | 61.727 | 1 | |
| 27.869 | 1 | | 63.331 | 1 | schwach |
| 40.350 | 1 | | 65.641 | 1 | |
| 42.914 | 1 | | 66.215 | 2 | E |
| 49.216 | 1 | | 66.326 | 1 | |
| 57.712 | 1 | | 68.563 | 3 | E |
| 75.216 | 1 | | 72.271 | 1 | |
| 88.683 | 1 | Ru? | 80.262 | 1 | |
| 90.973 | 1 | Ru? | 81.473 | 2 | |
| 93.414 | 2 | Ru? | 83.219 | 2 | |
| 93.812 | 1 | | 89.206 | 2 | |
| 2703.641 | 1 | | 91.454 | 2 | E |
| 08.038 | 2 | Ru? | 92.385 | 1 | |
| 09.483 | — | ? Os? Fe? sehr schwach. | 92.759 | 1 | |
| 32.532 | 1 | ? | 93.432 | 1 | Sm? vielleicht Fe. |
| 39.953 | 1 | | 94.172 | 1 | |
| 48.793 | 1 | ? Yb? | 97.193 | 1 | sehr schwach |
| 62.362 | 1 | ? | 98.073 | 1 | sehr schwach |
| 67.941 | 2 | | 2902.494 | 1 | |
| 73.843 | 1 | | 05.157 | 1 | sehr schwach |
| 77.915 | 1 | | 05.461 | 1 | Gd? sehr schwach |
| 79.316 | 1 | | 06.779 | 1 | |
| 86.726 | 2 | | 07.351 | 1 | Ir?? Verunreinigung? |
| 89.485 | 1 | | 07.977 | 1 | |
| 96.720 | 1 | | 08.095 | 2 | |
| 96.833 | 2 | E[1]) | 10.386 | 3 | E |
| 96.989 | 2 | | 11.827 | 1 | |
| 2807.445 | 2 | | 14.808 | 1 | |
| 09.544 | 3 | E | 17.743 | 1 | |
| 09.812 | 1 | Gd. nach E. u. H. | 24.113 | 2 | ? |
| 10.952 | 2 | E | 24.758 | 2 | |
| 14.020 | 1 | | 27.216 | 1 | |
| 17.296 | 2 | | 30.929 | 1 | Fe? Ky. Fe 929? Verunrein.? |
| 21.078 | 1 | | 36.005 | 1 | |
| 27.419 | 1 | ? | 37.586 | 1 | |
| 29.313 | 1 | | 43.747 | 2 | |
| 31.068 | 1 | E | 44.290 | 1 | ? |
| 31.787 | 1 | | 52.331 | 1 | |
| 35.301 | 1 | sehr schwach | 52.647 | 1 | |
| 40.900 | 1 | sehr schwach | 53.300 | 1 | |
| 47.630 | 2 | Sm? eher Yb. Ky. $627_3$.[2]) | 55.032 | 1 | |
| 48.403 | 1 | | 62.869 | 1 | |
| 48.948 | 1 | | 69.127 | 1 | |

[1]) Ein „E" bedeutet, dass Exner u. Haschek diese Linie als Sm gemessen haben.
[2]) Die angehängte „3" bedeutet, dass diese Linie die Intensität 3 hat. Für die Folge werde ich mich immer dieser Schreibweise bedienen.

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 2971.036 | 1 | | 3188.827 | 1 | E |
| 74.705 | 1 | Y. Ky. $710_8$. | 93.125 | 2 | ? EW. $130_2$. wohl Coincidenz. |
| 77.186 | 1 | | 95.732 | 1 | Y Ky. Y $741_7$. |
| 80.284 | 1 | Gd ? | 96.293 | 2 | E |
| 84.364 | 1 | Gd? nach Ky. Y $376_4$. | 3200.405 | 1 | Y schwach Ky. Y $386_5$. |
| 97.070 | 1 | Y Ky. $069_8$. | 01.916 | 1 | E |
| 99.174 | 2 | Sm? od. Verunreinigung Gd? | 03.436 | 1 | Y Ky. $450_3$. |
| 3002.609 | 3 | Ni? Sm ? | 05.014 | 1 | E |
| 03.738 | 3 | ? | 07.296 | 3 | E |
| 06.275 | 1 | | 08.280 | 2 | E |
| 08.939 | 1 | ? vielleicht Fe ? | 11.845 | 3 | E |
| 10.250 | 1 | Gd? Ky. Y $255_1$. | 12.979 | 1 | ? Btr. $988_1$. |
| 27.715 | 1 | Y jedenfalls Y. | 15.374 | 2 | E Ky. $377_8$ Gd. ? |
| 32.965 | 1 | Gd. | 15.716 | 1 | E |
| 34.173 | 1 | Gd. | 16.813 | 1 | Y Ky. $812_6$. |
| 39.230 | 1 | E | 16 962 | 2 | E |
| 47.051 | 1 | E | 18.155 | 1 | E |
| 65.894 | 1 | E | 18.727 | 1 | E |
| 66.129 | 1 | E | 23.446 | 1 | E Ky. $E_2$, fremd ? |
| 71.394 | 1 | E | 24.367 | 1 | E |
| 82.118 | 1 | Gd. | 26.970 | 2 | E M. 979. Ta. |
| 86.552 | 1 | E | 28.609 | 2 | E |
| 96.780 | 1 | E | 28.899 | 2 | E |
| 96.984 | 1 | E | 30.674 | 3 | E |
| 3100.604 | 1 | Gd. Ky. Gd. 607. | 31.643 | 3 | E |
| 02.405 | 1 | E | 32.068 | 2 | E |
| 06.629 | 1 | schwach E. | 32.755 | 1 | E |
| 10.305 | 1 | E | 33.797 | 1 | E |
| 15.155 | 1 | E | 34.548 | 1 | E |
| 17.832 | 1 | E | 36.754 | 3 | E |
| 36.412 | 3 | E | 37.324 | 1 | |
| 39.484 | 1 | E Ky. Ru 493. Verunr. ? | 38.007 | 1 | E |
| 40.088 | 2 | E | 39.774 | 3 | E |
| 40.499 | 1 | E unscharf | 41.278 | 3 | E |
| 43.413 | 1 | E sehr schwach | 41.703 | 2 | E |
| 45.955 | 1 | E durchaus schwach | 42.160 | 1 | E Btr. $186_1$, M. $176_3$. Verun.? |
| 47.305 | 1 | E | 42.398 | 2 | Y. Ky. $408_7$. |
| 52.210 | 3 | E | 42.610 | 1 | ? fremd ? |
| 52.639 | 2 | Gd. | 44.804 | 1 | E |
| 56.640 | 1 | Ed. Ky. 652. Gd. | 45.289 | 1 | ? wohl fremd ? |
| 62.260 | 1 | E | 45.891 | 1 | E |
| 62.410 | 1 | E | 46.979 | 1 | E |
| 69.985 | 2 | E | 48.252 | 1 | E schwach |
| 70.318 | 2 | E | 49.865 | 2 | E |
| 77.960 | 1 | ? sehr schwach, wohl Verunr. | 50.010 | 1 | E |
| 78.235 | 1 | E | 50.490 | 3 | E M. $493_2$ Ta |
| 84.026 | 3 | E | 53.134 | 1 | E |
| 85.519 | 1 | ? W. $505_1$ u. | 53.520 | 2 | E |
| 86.135 | 1 | E | 54.062 | 3 | E |
| 86.393 | 1 | E | 54.496 | 4 | E |
| 87.116 | 2 | E | 54.867 | 1 | E |
| 87.326 | 2 | E vielleicht Gd. Ky. $321_2$ ? | 55.750 | 1 | E |
| 87.897 | 2 | E | 58.374 | 1 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3262.396 | 2 | E | 3331.507 | 1 | fremd, jedenf. Gd Ky. $503_6$. |
| 65.064 | 2 | E | 32.827 | 1 | E |
| 70.612 | 1 | E | 33.765 | 2 | E |
| 70.802 | 1 | E | 35.163 | 1 | E |
| 71.348 | 1 | E | 36.254 | 2 | E |
| 72.599 | 1 | E | 40.710 | 4 | E |
| 72.721 | 1 | E | 41.559 | 1 | E |
| 72.929 | 2 | E | 43.625 | 2 | E |
| 73.447 | 1 | ? unscharf nach Rot. fremd? | 43.771 | 1 | E Btr. 786, schwach |
| 73.606 | 3 | E | 44.484 | 3 | E |
| 75.993 | 1 | E | 46.481 | 1 | E |
| 76.870 | 3 | E | 47.038 | 1 | E |
| 80.968 | 2 | E | 47.429 | 2 | E |
| 78.998 | 1 | ? | 48.815 | 3 | E |
| 85.789 | 2 | E | 49.954 | 1 | ? W. 948 Verunreinigung |
| 86.354 | 3 | E | 50.605 | 2 | Gd nach E. $63_8$. |
| 86.857 | 1 | Er. Exner u. Haschek 88. Er. | 51.007 | 3 | E |
| 89.503 | 1 | Yb. Ky. $497_{15}$r. | 51.403 | 1 | E |
| 90.410 | 1 | ? sehr schwach. | 54.317 | 2 | E |
| 90.515 | 1 | E | 54.853 | 2 | E |
| 90.773 | 1 | E | 58.400 | 1 | ? E |
| 93.492 | 2 | E | 58.753 | 2 | Gd. nach E. |
| 93.652 | 1 | ? sehr schwach | 60.779 | 1 | E |
| 93.925 | 1 | ? fremd? | 61.562 | 1 | E |
| 95.570 | 3 | E | 62.372 | 2 | ? Ky. Y $381_8$, Gd? |
| 95.939 | 3 | E | 64.039 | 1 | E |
| 98.230 | 4 | E | 64.908 | 1 | ? nach Exner Sam. Ky. Y $923_2$ |
| 3300.235 | 1 |  | 66.011 | 5 | E |
| 01.104 | 2 | E | 67.401 | 2 | E |
| 01.804 | 2 | E | 68.702 | 3 | E |
| 02.217 | 1 | E | 69.171 | 2 | E |
| 04.649 | 3 | E | 69.589 | 2 | E |
| 05.311 | 3 | E | 70.721 | 2 | E |
| 06.476 | 4 | E | 71.147 | 1 | ? schwach |
| 06.741 | 2 | E | 71.343 | 3 | E |
| 07.144 | 4 | E | 73.908 | 1 | ? schwach |
| 09.053 | 1 | E | 76.619 | 2 | E fremd? Yb. 637 ? M. $614_2$ |
| 09.645 | 1 | E | 76.952 | 1 | ? [Ta. |
| 10.454 | 1 | E sehr schwach | 77.945 | 1 | E |
| 10.788 | 3 | E | 78.440 | 1 | E |
| 12.542 | 3 | nach E. Ky. 544. Er. od. Sc. | 78.680 | 1 | E |
| 16.707 | 3 | E | 82.534 | 4 | E |
| 17.985 | 1 | E | 84.793 | 4 | E |
| 19.251 | 1 | E | 85.068 | 1 | ? E sehr schwach u. unscharf |
| 19.687 | 1 | E | 85.528 | 1 | E |
| 20.283 | 3 | E | 87.192 | 1 | E |
| 20.714 | 1 | E | 87.793 | 1 | E |
| 21.307 | 3 | E | 89.460 | 3 | Btr. $461_3$. wohl zufällige |
| 23.896 | 3 | E auf Eisen | 91.245 | 1 | ? [Coincidenz. |
| 25.387 | 2 | E | 96.321 | 3 | E |
| 25.604 | 2 | E | 97.894 | 1 | E W. $882_1$u. |
| 28.014 | 3 | nach Exner Sm $28.05_2$. Ky. | 99.974 | 1 | E |
| 29.745 | 1 | E [Y 013.$_6$. | 3402.596 | 3 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3403.222 | 2 | E | 3492.761 | 1 | E fremd |
| 07.927 | 1 | ? fremd | 93.747 | 2 | E |
| 08.791 | 4 | E | 94.564 | 1 | Gd ? |
| 14.036 | 1 | E | 96.054 | 1 | E |
| 15.090 | 1 | E | 99.975 | 3 | E |
| 17.111 | 1 | schwach C ? | 3500.677 | 2 | E |
| 18.282 | 2 | E | 01.376 | 1 | E |
| 18.645 | 4 | E auf Eisen | 03.427 | 1 | E |
| 19.905 | 2 | E | 04.356 | 1 | E |
| 20.641 | 1 | E | 05.653 | 1 | Gd ? |
| 22.623 | 2 | Gd Exner $62_{10}$. | 06.984 | 1 | E |
| 24.912 | 2 | E | 07.232 | 1 | E |
| 25.386 | 1 | E | 11.365 | 2 | E nach Ky. Y $354_3$. |
| 26.332 | 1 | E M. 337, Ta. | 11.736 | 1 | E |
| 28.105 | 1 | E | 13.064 | 1 | nach E. W. $064_3$ La Ky. |
| 29.886 | 1 | E | 13.200 | 1 | E schwach. [$(036_3)$ ? |
| 32.773 | 1 | fremd ? | 18.204 | 1 | E |
| 33.811 | 1 | E | 18.445 | 1 | E |
| 35.401 | 1 | E | 23.239 | 1 | E |
| 37.235 | 2 | E | 24.692 | 3 | E |
| 37.753 | 1 | E | 25.654 | 1 | E |
| 38.196 | 1 | E | 27.024 | 1 | E |
| 39.351 | 1 | ? Gd ? E $37_8$, Btr. $344_2$. | 30.741 | 2 | E |
| 39.745 | 1 | E sehr schwach, fremd. | 31.858 | 2 | Ho ? fremd |
| 40.637 | 3 | E auf Eisen | 32.707 | 2 | E |
| 44.754 | 1 | E | 34.710 | 1 | E wohl fremd ; $713_2$ W. La. |
| 49.695 | 1 | E | 35.065 | 1 | E [$695_3$ Btr. $704_2$ M. Ta. |
| 52.914 | 1 | E | 35.794 | 3 | E |
| 53.365 | 1 | fremd ? | 36.170 | 1 | Ho ? |
| 53.691 | 3 | E | 37.042 | 1 | E |
| 55.105 | 2 | E | 38.983 | 1 | E 969, Btr. |
| 56.259 | 1 | E | 42.596 | 1 | E |
| 58.054 | 1 | E | 45.097 | 1 | ? W. $095_3$ ; Btr. $088_4$, M. 106, |
| 59.336 | 1 | E | 45.950 | 2 | Gd fremd. [Ta. |
| 59.548 | 1 | E | 49.156 | 1 | Y Ky. $153_7$. |
| 61.271 | 3 | E | 49.510 | 1 | Gd. Btr. $503_1$. |
| 61.539 | 1 | E | 50.356 | 1 | Ho ? Btr. 352. |
| 62.826 | 1 | E | 52.442 | 1 | E |
| 63.330 | 1 | E sehr schwach | 54.290 | 2 | E |
| 64.203 | 1 | E | 56.884 | 2 | E |
| 64.564 | 1 | E | 57.515 | 2 | E |
| 67.417 | 1 | ? fremd ? | 59.240 | 3 | E M. $238_2$ Ta. Btr. 224. |
| 68.008 | 1 | nach Exner, Ky. Y $028_3$ ? | 60.410 | 1 | E [wohl gemeins. Verunr. |
| 74.100 | 1 | E | 61.728 | 2 | E |
| 75.273 | 1 | ? | 63.946 | 1 | ? W. $943_3$; Btr. $942_2$; Verunr. |
| 79.278 | 1 | E auf einer Platte nicht | 66.246 | 1 | ? W. $254_3$; fremd. Btr $245_2$. |
| 80.393 | 1 | E [sichtbar. | 66.974 | 1 | E |
| 80.701 | 2 | E | 68.409 | 8 | E |
| 81.430 | 1 | ? Gd ? | 71.216 | 1 | E Btr. $226_1$ ? |
| 81.948 | 1 | ? Gd ? | 77.928 | 2 | E |
| 82.840 | 1 | E | 81.080 | 2 | E |
| 85.940 | 1 | ? wohl fremd | 81.991 | 1 | E ; W. $994_2$, M. $987_1$, Btr. |
| 87.547 | 2 | E | 82.810 | 1 | E Btr. $801_1$? [979; gem. Ver. |




| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3583.533 | 2 | E | 3656.359 | 3 | E |
| 84.398 | 2 | E | 57.450 | 1 | ? M. 454 Ta; fremd. |
| 87.598 | 2 | E | 59.756 | 1 | E |
| 91.894 | 1 | E | 61.502 | 5 | E |
| 92.743 | 9 | E Btr. 736$_6$ wohl Coincidenz. | 62.405 | 3 | E Btr. 400$_4$. Coincidenz. |
| 93.034 | 1 | Y. Ky. 071$_5$, Rowland 040. | 62.830 | 2 | E |
| 93.552 | 2 | E | 63.042 | 3 | E |
| 93.871 | 1 | E | 64.748 | 2 | Y Ky. 744$_8$. |
| 98.071 | 1 | E | 68.068 | 3 | E |
| 3600.885 | 2 | Y. Ky. 884$_7$. | 70.653 | 1 | Btr. 670$_1$ |
| 01.392 | 2 | ? Sm? | 70.812 | 3 | } Exner nur 1 Linie |
| 01.852 | 1 | E | 70.975 | 4 | } 70.98$_7$ viol. |
| 02.081 | 2 | nach Exner; Ky. Y 069$_6$. | 72.360 | 1 | E |
| 04.425 | 7 | E | 74.203 | 3 | E |
| 05.146 | 1 | E | 76.990 | 2 | E |
| 09.629 | 8 | E | 77.928 | 2 | E |
| 11.193 | 2 | Y. Ky. 194$_6$. | 78.216 | 1 | E |
| 12.569 | 1 | nach Exner, Y 566$_2$. Ky.? | 81.118 | 2 | E |
| 13.703 | 2 | E | 81.870 | 2 | E |
| 15.396 | 2 | E | 82.687 | 1 | ? Btr. 657$_1$. ? |
| 20.247 | 2 | E | 87.260 | 1 | E nur auf einer Platte |
| 20.739 | 2 | E | 88.023 | 1 | [gemessen. |
| 21.096 | 1 | Y Ky. 099$_5$. | 88.597 | 2 | ? Cr? Eu? Verunreinigung. |
| 21.367 | 5 | E | 90.235 | 1 | E |
| 22.659 | 3 | E | 91.085 | 1 | E |
| 23.475 | 2 | E unscharf. | 92.382 | 3 | E |
| 26.659 | 1 | E | 92.910 | 2 | E |
| 27.153 | 4 | E | 93.038 | 1 | E auf einer Platte nicht |
| 27.586 | 1 | ? Btr. 560$_1$? | 94.143 | 4 | E [gefunden. |
| 28.125 | 2 | E | 94.456 | 2 | E |
| 29.372 | 1 | E | 94.961 | 1 | Ho. Btr. 947$_3$. Verunreinig. |
| 29.628 | 1 | ? Sm? | 97.873 | 1 | Gd.? |
| 30.835 | 2 | E | 99.894 | 1 | Gd. |
| 31.265 | 5 | E auf Eisen gelegen. | 3700.333 | 1 | E |
| 33.266 | 1 | Y. Ky. 267$_4$. | 00.747 | 2 | E |
| 34.428 | 5 | E Btr. 443$_5$; wohl Coincidenz. | 01.080 | 2 | E |
| 35.066 | 3 | E | 01.697 | 2 | E |
| 36.238 | 2 | E | 05.193 | 1 | E |
| 36.359 | 1 | E auf einer Platte nicht | 06.915 | 3 | E |
| 38.904 | 3 | E [sichtbar. | 07.147 | 4 | E auf einer stark. Eisenlinie. |
| 39.412 | 1 | nach E.; Y 422$_3$ Ky. | 08.565 | 3 | E |
| 39.546 | 1 | E | 08.813 | 3 | E |
| 42.893 | 2 | E | 09.665 | 1 | E |
| 45.512 | 5 | E | 10.442 | 3 | Y. Ky. 448$_6$ r. |
| 46.004 | 2 | E unscharf nach Rot. | 11.020 | 2 | E |
| 46.344 | 2 | Gd. ? Y 363$_2$ Ky.; fremd. | 11.701 | 3 | E |
| 47.427 | 1 | E | 12.905 | 3 | E |
| 49.666 | 4 | E W. 663$_2$ La; Coincidenz. | 13.708 | 1 | Gd. ? W. 696$_7$ La. |
| 50.327 | 3 | E W. 328$_3$ La; Coincidenz. | 17.638 | 1 | ? Gd. fremd. |
| 51.137 | 2 | E | 19.036 | 4 | E |
| 52.359 | 1 | ? Sm. | 20.719 | 1 | E Btr. 702$_6$. fremd? |
| 54.784 | 1 | Gd. Exner, Ky. Y 796$_2$ ? | 21.173 | 1 | ? |
| 54.996 | 1 | E | 22.003 | 4 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3724.165 | 1 | E | 3778.017 | 2 | E Btr. $018_4$ Coincidenz? |
| 25.053 | 4 | E Btr. $036_4$. Coincidenz. | 78.292 | 4 | E |
| 26.393 | 1 | E | 80.297 | 1 | ? C? |
| 26.965 | 1 | E | 80.614 | 1 | E |
| 27.513 | 1 | E | 80.908 | 3 | E |
| 28.617 | 4 | E | 81.071 | 3 | E |
| 29.070 | 1 | E | 81.789 | 1 | E Btr. $783_3$. fremd? |
| 29.910 | 2 | E | 82.573 | 1 | E |
| 31.419 | 4 | E Btr. $393_4$. Coincidenz. | 83.219 | 1 | E |
| 36.118 | 5 | E | 83.496 | 2 | E |
| 37.284 | 4 | E | 83.659 | 2 | E Btr. $650_4$. fremd? |
| 37.614 | 4 | E | 83.992 | 1 | E |
| 38.448 | 3 | E} Wegen darauf lieg. Fe- | 85.488 | 2 | E Btr. $505_3$. Coincidenz. |
| 39.287 | 7 | E} Linien nicht genau zu | 87.324 | 3 | E |
| 39.888 | 1 | ? [messen | 88.300 | 3 | E Btr. $309_5$. Coincidenz. |
| 41.433 | 4 | E | 88.613 | 1 | ? Btr. $614_4$. Verunreinigung. |
| 42.007 | 1 | ? Btr. $009_1$ Verunreinigung. | 88.835 | 1 | Y. Ky. $839_5$. |
| 44.003 | 5 | E | 90.629 | 1 | Cr? |
| 45.705 | 5 | E auf Eisen. | 90.936 | 1 | E |
| 47.777 | 4 | E | 91.436 | 1 | E |
| 48.768 | 2 | E | 92.195 | 1 | E |
| 50.327 | 1 | ?M. $322_1$ Ta. Verunreinigung. | 92.739 | 1 | E Btr. $729_4$. |
| 50.806 | 1 | E | 94.132 | 3 | E |
| 52.375 | 1 | ? fremd? | 94.496 | 1 | E |
| 53.230 | 1 | E | 96.300 | 1 | E |
| 54.419 | 1 | fremd, Btr. $415_1$. | 97.431 | 1 | E |
| 54.815 | 1 | E | 97.895 | 3 | E |
| 55.026 | 2 | | 99.703 | 4 | E |
| 55.449 | 3 | E | 3800.185 | 2 | E |
| 56.550 | 2 | E | 00.507 | 1 | E |
| 56.670 | 1 | E | 01.042 | 3 | E |
| 57.692 | 3 | E | 03.228 | 4 | E Btr. $223_5$. |
| 58.609 | 3 | E auf Eisen. | 04.100 | 1 | E |
| 59.132 | 4 | E | 04.849 | 1 | E Yb? |
| 60.213 | 4 | E | 05.775 | 2 | E |
| 60.866 | 3 | E | 08.071 | 1 | E Btr. 073 Coincidenz. |
| 62.759 | 3 | E | 08.603 | 2 | E |
| 64.524 | 3 | E | 09.884 | 3 | E |
| 65.613 | 1 | E | 10.037 | 3 | E |
| 67.523 | 2 | E | 10.587 | 1 | E |
| 67.916 | 3 | E | 12.198 | 3 | E |
| 68.540 | 1 | Gd. | 13.773 | 1 | E |
| 70.405 | 1 | ? | 14.710 | 2 | E |
| 70.885 | 1 | E | 14.995 | 1 | ? |
| 71.516 | 2 | E | 17.836 | 2 | ? |
| 71.912 | 1 | ? Btr. $897_2$. fremd. | 21.917 | 1 | E |
| 72.286 | 1 | E | 23.170 | 1 | E |
| 72.806 | 2 | E | 23.941 | 2 | Cy? Btr. $940_3$. |
| 73.542 | 2 | E | 24.325 | 2 | E} Am Rande einer sehr |
| 74.477 | 3 | E Ky. Y $494_5$ ? | 24.665 | 1 | E} starken Fe-Linie. |
| 74.828 | 2 | E | 25.142 | 4 | E |
| 76.165 | 1 | E Yb? | 26.370 | 1 | E |
| 77.234 | 1 | E | 26.874 | 1 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3827.047 | 1 | E | 3918.762 | 2 | E |
| 27.507 | 1 | E | 22.191 | 2 | E |
| 29.570 | 1 | E | 22.543 | 5 | E |
| 30.460 | 3 | E | 22.834 | 1 | E |
| 31.662 | 3 | E | 25.353 | 2 | E Btr. $345_2$. |
| 33.981 | 3 | E | 28.411 | 6 | E |
| 34.734 | 2 | E | 30.635 | 2 | E |
| 36.662 | 2 | E | 33.097 | 2 | Eu, fremd. |
| 39.090 | 2 | E | 35.321 | 1 | E |
| 40.596 | 4 | E | 35.924 | 4 | E |
| 43.665 | 3 | E | 37.203 | 2 | E |
| 43.941 | 2 | E | 38.573 | 1 | E |
| 44.655 | 1 | E | 39.781 | 1 | E |
| 46.138 | 1 | E | 42.013 | 6 | E |
| 47.681 | 2 | E | 43.363 | 5 | E |
| 48.961 | 2 | E | 44.845 | 1 | Ho. |
| 49.167 | 2 | E W. $167_8$ La. Coincidenz. | 46.654 | 4 | Sm. E |
| 52.043 | 2 | E | 47.975 | 3 | E |
| 54.349 | 3 | E | 48.258 | 4 | E |
| 54.734 | 2 | E | 50.482 | 1 | Y. Ky. $499_5$. |
| 56.062 | 3 | E Btr. $053_2$. Coincidenz. | 52.024 | 3 | E |
| 58.059 | 1 | E | 54.336 | 1 | E |
| 60.767 | 1 | Ni. Ky. 767. | 57.657 | 1 | E |
| 62.205 | 1 | E | 58.855 | 2 | E |
| 62.399 | 1 | E | 59.671 | 3 | E |
| 65.323 | 1 | E | 61.938 | 2 | E |
| 71.938 | 3 | E | 62.373 | 1 | E breit und unscharf. |
| 73.353 | 1 | E | 63.155 | 4 | E |
| 75.335 | 2 | E | 64.237 | 1 | E |
| 75.705 | 2 | E | 66.212 | 5 | E |
| 77.347 | 1 | E | 66.474 | 1 | E |
| 80.885 | 3 | E Btr. $900_5$. | 67.842 | 5 | E |
| 81.504 | 3 | E Btr. $498_4$. | 70.659 | 5 | E |
| 82.663 | 2 | E | 71.512 | 8 | E |
| 83.954 | 1 | E | 72.116 | 2 | E |
| 85.441 | 5 | E | 74.587 | 1 | E |
| 86.067 | 1 | E | 74.806 | 3 | E |
| 89.349 | 3 | E | 75.359 | 2 | E |
| 90.242 | 3 | E | 76.404 | 4 | E |
| 91.346 | 1 | E | 76.571 | 4 | E |
| 94.175 | 4 | E | 78.383 | 1 | E schwach, nur auf einer |
| 95.250 | 1 | E | 79.340 | 6 | E [Platte zu messen. |
| 97.120 | 7 | E | 81.024 | 1 | E schwach. dsgl. |
| 97.393 | 1 | E | 83.289 | 6 | E |
| 3901.023 | 3 | E | 84.590 | 1 | E |
| 02.458 | 1 | E | 86.136 | 2 | E |
| 03.552 | 5 | E | 86.815 | 4 | E |
| 07.249 | 2 | Eu nach Exner. fremd. | 87.044 | 2 | E |
| 10.222 | 1 | E | 87.568 | 4 | E |
| 13.120 | 1 | E | 88.148 | 1 | Yb. Ky. $149_{10}$ r. |
| 13.505 | 1 | E | 90.152 | 8 | E |
| 13.753 | 1 | E | 91.162 | 2 | E |
| 17.580 | 3 | E | 93.454 | 5 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3995.738 | 1 | E | 4071.145 | 1 | E |
| 98.495 | 2 | E | 76.006 | 4 | E |
| 4000.604 | 1 | Ho. ? Tb? | 76.798 | 3 | E |
| 03.604 | 3 | E | 77.011 | 1 | E |
| 03.861 | 1 | E | 77.536 | 1 | Y. Ky. $522_6$ r. |
| 04.402 | 1 | E | 78.860 | 1 | Gd? |
| 06.746 | 3 | E | 80.710 | 3 | E |
| 06.968 | 1 | E M. $982_4$. Ta. Coincidenz. | 82.117 | 1 | E |
| 07.635 | 3 | ? Btr. $618_5$. gemeinsame | 83.383 | 1 | E |
| 08.241 | 2 | E [Verunreinigung? | 83.732 | 4 | E |
| 08.474 | 1 | E | 84.551 | 3 | E |
| 09.542 | 1 | ? schwach. Btr. $522_1$. fremd. | 86.350 | 1 | E |
| 11.878 | 1 | E. | 92.421 | 7 | E |
| 12.410 | 1 | Y. $407_2$ Ky. | 93.189 | 1 | E |
| 15.916 | 1 | E | 94.195 | 4 | E |
| 18.690 | 1 | E | 98.767 | 1 | Gd? |
| 19.982 | 2 | E Btr. $964_4$. Coincidenz. | 99.116 | 2 | E Btr. $107_3$. Coincidenz. |
| 20.129 | 3 | E | 4101.675 | 1 | ? |
| 20.945 | 1 | ?} beide nur auf einer | 02.533 | 2 | Y. Ky. $548_7$ r. |
| 21.570 | 1 | ?} Platte sichtbar. | 03.471 | 1 | Ho. |
| 22.878 | 1 | E | 04.278 | 3 | E |
| 23.371 | 5 | E | 06.771 | 2 | E Btr. $767_6$. |
| 33.123 | 2 | E | 07.558 | 8 | E |
| 35.256 | 1 | E | 08.467 | 2 | E |
| 37.250 | 3 | E | 09.554 | 4 | E |
| 38.243 | 2 | E | 10.345 | 3 | E |
| 41.820 | 3 | E | 14.062 | 5 | E |
| 42.866 | 3 | E | 16.616 | 3 | E |
| 43.063 | 3 | E W. $066_9$. Coincidenz. | 18.713 | 8 | E |
| 43.517 | 2 | E | 19.725 | 3 | E |
| 44.253 | 2 | E | 21.514 | 4 | E |
| 45.188 | 4 | E | 21.693 | 2 | E |
| 46.309 | 3 | E | 22.657 | 4 | E |
| 47.301 | 4 | E | 24.111 | 5 | E |
| 47.499 | 2 | E | 25.383 | 1 | ? |
| 48.767 | 2 | E | 26.034 | 1 | E |
| 49.782 | 1 | E | 28.246 | 1 | E |
| 49.958 | 3 | E | 28.450 | 1 | Y. Ky. $472_6$ r. |
| 50.776 | 2 | E | 29.387 | 4 | E |
| 52.444 | 1 | E | 29.862 | 3 | Eu? Exner, Ky. $864_4$. |
| 53.439 | 1 | Gd. | 30.013 | 1 | ? Btr. $0_1 27_1$. |
| 54.672 | 1 | E | 33.339 | 2 | E |
| 58.985 | 1 | ? sehr schwach. | 35.292 | 3 | E |
| 59.019 | 3 | E | 39.120 | 1 | E |
| 61.214 | 2 | E Btr. $217_{10}$. | 40.926 | 1 | E |
| 63.741 | 5 | E | 42.966 | 1 | Y. Ky. $43_1 017_6$ r. breit. |
| 64 462 | 3 | E | 44.938 | 1 | E |
| 64.726 | 6 | E M. $739_5$. Ta. Coincidenz. | 45.393 | 1 | E |
| 65.191 | 1 | Y? | 46.903 | 1 | E |
| 66.332 | 2 | E | 47.852 | 1 | E |
| 66.885 | 5 | E | 49.984 | 7 | E |
| 67.580 | 2 | E W. $547_8$. La. jedenfalls | 52.351 | 10 | E |
| 68.473 | 5 | E [Lanthan. | 53.491 | 4 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 4155.378 | 5 | E | 4262.833 | 6 | E |
| 56.408 | 3 | E M. $395_2$. Ta. Coincidenz. | 66.472 | 2 | E |
| 58.216 | 1 | ? M. $202_2$. unsch. Btr. $236_1$? | 70.887 | 1 | E |
| 63.302 | 3 | E | 70.995 | 3 | E |
| 63.882 | 2 | | 79.846 | 8 | E |
| 66.494 | 1 | E | 80.107 | 3 | E |
| 68.123 | 1 | Ho? Ni 133 Ky? | 80.475 | 2 | E |
| 69.634 | 6 | E | 80.938 | 7 | E |
| 71.727 | 4 | E | 81.165 | 4 | E |
| 74.587 | 3 | E | 82.363 | 3 | E |
| 78.178 | 4 | E | 82.985 | 3 | E |
| 81.021 | 1 | Btr. $031_1$. M. $040_1$. fremd. | 83.659 | 2 | E |
| 81.290 | 5 | E M. $302_4$ Ta Coincidenz. | 84.680 | 1 | E |
| 83.491 | 1 | E | 85.656 | 4 | E |
| 83.919 | 7 | E | 86.805 | 4 | E |
| 84.418 | 1 | Gd. fremd. | 92.347 | 5 | E |
| 88.274 | 5 | E | 95.895 | 1 | E |
| 92.079 | 4 | E | 96.913 | 6 | E |
| 92.317 | 2 | E | 4301.435 | 1 | E auf Platt. II sehr schwach. |
| 98.051 | 1 | E | 05.102 | 3 | E |
| 99.608 | 3 | E | 09.179 | 8 | E |
| 4201.378 | 1 | ? sehr schwach | 13.007 | 3 | E |
| 03.179 | 10 | E | 13.497 | 1 | E schwach, auf einer Platte |
| 05.216 | 2 | Eu? grosser Schatten nach | 13.897 | 4 | E [nicht zu sehen. |
| 05.538 | 1 | E [Viol. | 15.537 | 1 | E auf einer Platte nicht |
| 05.936 | 2 | E | 19.106 | 10 | E [sichtbar. |
| 06.286 | 5 | E | 19.680 | 4 | E |
| 06.792 | 5 | E | 23.449 | 6 | E |
| 10.509 | 6 | E | 24.623 | 2 | E |
| 11.881 | 1 | Ho? E | 27.674 | 1 | E |
| 13.144 | 1 | E | 29.188 | 8 | E |
| 18.803 | 1 | E | 30.181 | 4 | E |
| 20.301 | 3 | E | 31.609 | 2 | E |
| 20.806 | 6 | E Y 779 Ky. Coincidenz. | 34.319 | 8 | E |
| 22.039 | 1 | ? | 36.304 | 5 | E |
| 23.861 | 3 | E | 36.933 | 1 | E |
| 25.509 | 8 | E | 39.131 | 1 | E |
| 26.330 | 2 | E | 40.108 | 1 | E? W. $105_1$. Btr. $122_1$; wohl |
| 29.865 | 6 | E | 46.021 | 5 | E [gemeins. Verunreinig. |
| 30.891 | 1 | ? | 46.654 | 1 | E |
| 34.260 | 1 | ? | 47.433 | 1 | E |
| 34.724 | 6 | E | 47.968 | 8 | E |
| 36.887 | 8 | E | 50.631 | 6 | E |
| 37.815 | 5 | E | 50.985 | 1 | ? |
| 40.591 | 1 | E | 52.269 | 5 | E |
| 44.859 | 4 | E | 60.890 | 5 | E |
| 45.341 | 3 | E | 61.230 | 3 | E |
| 49.705 | 3 | E | 62.221 | 6 | E |
| 51.936 | 4 | E | 63.082 | 3 | E |
| 53.873 | 2 | E | 63.615 | 3 | E |
| 56.558 | 8 | E | 66.123 | 1 | ? Fe? Verunreinigung. |
| 58.727 | 3 | E | 68.195 | 4 | E |
| 62.277 | 1 | Gd? Verunreinigung. | 70.069 | 1 | E |

| λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 4370.650 | 1 | E |
| 73.634 | 3 | E |
| 75.136 | 4 | E Y $113_8$ Ky. Coincidenz. |
| 78.403 | 4 | E |
| 84.454 | 2 | E |
| 80.591 | 2 | E |
| 86.386 | 1 | E |
| 91.046 | 10 | E |
| 93.533 | 2 | E |
| 97.512 | 2 | E |
| 4400.040 | 1 | E |
| 01.336 | 4 | E |
| 03.271 | 4 | E |
| 05.830 | 1 | E } nur auf einer Platte |
| 07.677 | 1 | E } sichtbar. |
| 09.504 | 3 | E |
| 11.758 | 1 | E |
| 11.989 | 1 | E |
| 17.756 | 4 | E |
| 19.509 | 1 | E |
| 20.710 | 7 | E |
| 21.312 | 8 | E |
| 23.556 | 1 | E |
| 24.523 | 10 | E |
| 26.171 | 1 | E nur auf einer Plat. gemes. |
| 27.749 | 2 | E W. $744_1$. Kell. $749_6$. Coin. |
| 27.974 | 1 | E nur auf einer Plat. sichtb. |
| 29.827 | 3 | E |
| 33.252 | 1 | E |
| 34.069 | 8 | E |
| 34.500 | 10 | E |
| 35.758 | 1 | Eu. Exner $3574_{50}$. |
| 41.983 | 4 | E |
| 42.460 | 3 | E |
| 44.441 | 5 | E Btr. $449_1$. |
| 45.329 | 4 | E |
| 46.042 | 1 | E } nur auf einer Platte |
| 47.116 | 1 | E } sichtbar. |
| 52.908 | 8 | E |
| 53.148 | 1 | E desgleichen. |
| 54.821 | 10 | E |
| 56.273 | 1 | E Btr. 278. Verunreinigung? |
| 58.701 | 8 | E |
| 59.444 | 2 | E |
| 67.517 | 9 | E |
| 69.819 | 1 | E |
| 71.063 | 4 | E |
| 72.587 | 4 | E |
| 73.184 | 5 | E |
| 75.338 | 1 | E |
| 77.667 | 1 | ? |
| 78.838 | 4 | E |
| 80.481 | 2 | E |

| λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 4485.732 | 1 | E |
| 95.298 | 1 | E |
| 99.289 | 3 | E |
| 99.652 | 4 | E |
| 4501.542 | 1 | E |
| 03.551 | 2 | E |
| 05.214 | 2 | E |
| 11.488 | 1 | E |
| 12.006 | 5 | E |
| 15.269 | 4 | E |
| 17.435 | 1 | E |
| 19.806 | 7 | E |
| 22.721 | 1 | E |
| 23.231 | 8 | E |
| 24.091 | 8 | E |
| 27.587 | 1 | E } auf einer Platte |
| 32.619 | 1 | E } sehr schwach. |
| 33.973 | 2 | E |
| 36.684 | 3 | E |
| 38.126 | 5 | E |
| 40.354 | 2 | E |
| 42.220 | 2 | E Btr. $219_1$. |
| 44.123 | 6 | E |
| 44.991 | 2 | E |
| 45.976 | 1 | ? |
| 50.224 | 1 | ? |
| 52.827 | 4 | E |
| 54.611 | 4 | E |
| 56.705 | 1 | E |
| 60.595 | 2 | E Btr. $596_1$. |
| 61.358 | 1 | ? Btr. $350_2$. fremd. |
| 64.271 | 2 | E |
| 66.383 | 4 | E |
| 66.950 | 1 | E |
| 69.777 | 1 | ? schwach. Rowland 788. Cr. |
| 77.875 | 4 | E |
| 78.184 | 1 | E |
| 78.889 | 1 | E |
| 79.261 | 1 | E |
| 81.901 | 3 | E |
| 85.012 | 4 | E |
| 89.603 | 1 | E |
| 92.000 | 3 | E |
| 93.727 | 2 | E |
| 94.205 | 1 | Eu. |
| 94.759 | 1 | ? |
| 95.476 | 5 | E |
| 96.921 | 1 | E |
| 98.532 | 1 | E |
| 4604.353 | 3 | E |
| 06.700 | 3 | E |
| 07.058 | 1 | E |
| 11.450 | 1 | E |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 4613.687 | 1 | E | 4782.036 | 3 | |
| 15.619 | 3 | E | 83.310 | 4 | |
| 15.872 | 4 | E | 86.069 | 4 | |
| 16.668 | 1 | ? | 90.162 | 2 | |
| 27.396 | 1 | Eu. auf Platte II schwach. | 91.786 | 3 | |
| 30.376 | 2 | E | 4808.142 | 1 | schwach |
| 36.436 | 1 | E | 16.010 | 2 | |
| 42.416 | 4 | E | 16.212 | 2 | |
| 45.582 | 2 | E | 29.755 | 2 | |
| 46.860 | 1 | E | 33.506 | 2 | |
| 47.686 | 1 | E Fe? W. $673_2$. fremd? | 34.806 | 2 | |
| 48.307 | 2 | E | 36 851 | 1 | |
| 49.652 | 2 | E | 37.829 | 1 | |
| 55.299 | 1 | E | 41.885 | 3 | Y.? Ky. $878_2$; jedenfalls Sm. |
| 63.724 | 1 | E | 44.392 | 4 | |
| 65.314 | 1 | E | 47.944 | 2 | |
| 69.556 | 4 | E | 48.493 | 2 | neben Eisen. |
| 69.815 | 4 | E | 54.546 | 2 | |
| 70.956 | 2 | E | 59.743 | 1 | |
| 74.766 | 4 | E | 73.376 | 1 | |
| 77.076 | 4 | E | 83.942 | 2 | |
| 81.715 | 1 | E schwach auf Platte II. | 84.150 | 3 | |
| 82.860 | 1 | E | 92.095 | 1 | |
| 87.349 | 2 | E | 93.507 | 3 | |
| 88.897 | 2 | E | 94.460 | 2 | |
| 89.750 | 1 | ? | 4900.902 | 2 | |
| 93.808 | 1 | E | 02.074 | 2 | |
| 99.517 | 1 | E Bis hierhin haben Exner u. | 05.140 | 2 | |
| 4704.569 | 3 | Haschek nur gemessen. | 10.576 | 3 | |
| 13.231 | 2 | | 13.429 | 3 | |
| 14.804 | 1 | | 14.472 | 1 | |
| 15.452 | 1 | | 22.618 | 1 | Btr. $610_1$. schwach? |
| 16.275 | 1 | ? Ky. $276_2$. Y? fremd. | 23.980 | 1 | |
| 17.251 | 1 | ? Btr. $256_1$. | 24.218 | 2 | |
| 17.893 | 1 | | 29.709 | 2 | |
| 18.508 | 1 | | 33.473 | 1 | |
| 20.018 | 2 | | 36.190 | 2 | |
| 28.610 | 2 | | 38.262 | 2 | |
| 39.736 | 1 | schwach | 40.754 | 1 | |
| 41.898 | 2 | | 46.479 | 2 | |
| 43.821 | 1 | schwach | 48.781 | 3 | |
| 45.864 | 5 | | 52.516 | 2 | |
| 50.911 | 2 | | 53.170 | 1 | |
| 55.558 | 2 | | 62.088 | 3 | |
| 57.752 | 1 | ? W. $744_1$ u. fremd? | 64.700 | 2 | |
| 60.221 | 1 | | 72.311 | 2 | |
| 60.476 | 4 | | 73.877 | 1 | |
| 60.909 | 1 | | 76.122 | 2 | |
| 66.345 | 1 | | 81.859 | 1 | |
| 70.387 | 2 | Btr. $363_1$. ? | 89.572 | 1 | schwach |
| 71.874 | 1 | ? schwach; Btr. 893. ? | 92 172 | 2 | |
| 74.336 | 3 | | 5001.376 | 1 | |
| 78.050 | 4 | | 16.771 | 2 | |

| λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 5023.657 | 2 | |
| 28.614 | 3 | |
| 31.337 | 1 | schwach |
| 36.389 | 1 | schwach |
| 44.450 | 3 | |
| 49.680 | 1 | |
| 52.930 | 4 | |
| 57.912 | 2 | |
| 60.023 | 2 | |
| 61.094 | 2 | ? Ky. 088 Yb. |
| 64.415 | 1 | |
| 66.566 | 1 | |
| 67.049 | 1 | |
| 69.642 | 5 | |
| 71.379 | 4 | |
| 76.860 | 1 | |
| 80.026 | 1 | |
| 87.255 | 1 | ? Rowland 239 Ni. |
| 87.838 | 1 | |
| 88.518 | 1 | |
| 89.142 | 1 | ? Rowland 134 Ni. |
| 89.898 | 1 | |
| 5100.479 | 5 | |
| 03.275 | 5 | |
| 04.248 | 1 | |
| 04.663 | 4 | |
| 11.336 | 1 | |
| 12.485 | 3 | |
| 15.563 | 1 | ? Rowland 566 Ni. |
| 16.881 | 4 | |
| 17.355 | 3 | |
| 22.327 | 2 | |
| 25.040 | 2 | |
| 30.434 | 1 | schwach |
| 32.388 | 1 | |
| 46.001 | 1 | |
| 54.417 | 3 | |
| 55.222 | 4 | |
| 56.045 | 2 | |
| 57.427 | 3 | |
| 59.690 | 1 | |
| 66.232 | 3 | |
| 68.515 | 1 | |
| 69.737 | 1 | breit und unscharf. |
| 72.917 | 4 | |
| 75.609 | 4 | |
| 78.179 | 1 | |
| 83.779 | 1 | |
| 87.295 | 1 | |
| 94.885 | 1 | |
| 5200.757 | 5 | |
| 01.605 | 1 | |
| 02.877 | 1 | |
| 5210.068 | 2 | |
| 10.901 | 1 | ? schwach |
| 11.884 | 1 | |
| 12.376 | 1 | breit und schwach |
| 18.547 | 2 | |
| 21.257 | 1 | |
| 21.445 | 1 | |
| 24.813 | 1 | schwach |
| 28.979 | 2 | |
| 34.328 | 2 | ? Btr. $336_4$. fremd? |
| 37.709 | 1 | breit und unscharf. |
| 38.267 | 1 | W. $277_1$ u. ? |
| 52.076 | 5 | |
| 52.920 | 1 | breit und unscharf. |
| 53.941 | 1 | |
| 57.263 | 1 | schwach |
| 65 813 | 2 | |
| 71.556 | 5 | |
| 72.986 | 1 | schwach |
| 80.645 | 1 | schwach |
| 83.060 | 5 | |
| 85.327 | 2 | |
| 90.111 | 1 | breit und unscharf. |
| 94.800 | 1 | |
| 5303.061 | 2 | |
| 04.677 | 1 | |
| 09.634 | 2 | |
| 12.364 | 2 | |
| 13.906 | 2 | |
| 18.190 | 1 | |
| 20.751 | 4 | |
| 22.024 | 1 | breit und unscharf. |
| 25.117 | 1 | |
| 26.706 | 1 | |
| 27.034 | 1 | |
| 32.249 | 1 | |
| 33.495 | 1 | |
| 41.446 | 3 | |
| 42.908 | 1 | |
| 48.249 | 1 | |
| 48.904 | 1 | |
| 49.299 | 1 | ? M. $283_1$ Ta. |
| 50.775 | 2 | |
| 51.719 | 1 | schwach und breit. |
| 56.040 | 1 | |
| 64.559 | 2 | |
| 68.541 | 4 | |
| 69.367 | 1 | schwach |
| 75.572 | 1 | |
| 78 281 | 1 | |
| 80.681 | 1 | breit und unscharf. |
| 85.085 | 1 | breit und unscharf. |
| 88.153 | 1 | |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 5390.026 | 1 | | 5516.347 | 7 | |
| 92.878 | 1 | | 19.078 | 1 | |
| 94.673 | 2 | | 19.860 | 1 | schwach |
| 5403.894 | 5 | | 21.875 | 1 | ? Ky. Y 845$_6$ r. ? |
| 05.165 | 1 | ? M. 169$_1$ Ta. ? | 25.788 | 2 | |
| 05.430 | 7 | | 30.165 | 1 | |
| 06.973 | 1 | | 32.797 | 1 | |
| 08.030 | 1 | | 33.015 | 1 | |
| 11.590 | 4 | | 37.267 | 2 | |
| 12.975 | 1 | | 38.590 | 1 | |
| 16.242 | 2 | | 41.556 | 1 | schwach |
| 16.549 | 1 | | 43.780 | 1 | schwach |
| 19.252 | 1 | | 49.159 | 4 | |
| 19.692 | 1 | | 50.603 | 5 | |
| 20.902 | 1 | | 51.635 | 1 | |
| 21.765 | 3 | ? Btr. 780$_8$. fremd? | 53.213 | 1 | |
| 25.813 | 2 | | 61.582 | 2 | |
| 27.744 | 1 | schwach | 63.045 | 1 | |
| 30.807 | 1 | | 70.791 | 1 | |
| 31.980 | 1 | schwach | 73.635 | 3 | |
| 33.735 | 1 | | 75.107 | 3 | |
| 34.018 | 2 | | 75.800 | 1 | |
| 36.520 | 2 | | 79.105 | 1 | ? Ky. (Yb 107$_6$) Y 098$_5$. |
| 40.846 | 1 | schwach | 82.124 | 1 | |
| 42.104 | 1 | | 83.488 | 1 | |
| 43.141 | 1 | | 88.405 | 3 | |
| 48.249 | 1 | schwach | 88.957 | 1 | ? Rowland 977 Ca? W. 947$_2$. |
| 49.769 | 1 | | 90.096 | 1 | |
| 50.220 | 1 | breit | 91.369 | 1 | |
| 53.230 | 6 | | 91.864 | 1 | |
| 59.746 | 2 | | 92.095 | 1 | |
| 62.490 | 1 | | 92.583 | 1 | |
| 66.946 | 6 | | 94.664 | 1 | ? W. 656$_2$ fremd. |
| 67.410 | 1 | | 97.778 | 1 | breit |
| 70.456 | 1 | Rowland 432 H ? | 5601.073 | 4 | |
| 72.887 | 1 | | 03.838 | 1 | |
| 78.505 | 2 | | 05.072 | 1 | |
| 80.863 | 1 | | 05.661 | 1 | |
| 83.319 | 2 | | 10.263 | 1 | schwach |
| 84.783 | 2 | | 13.201 | 1 | |
| 85.636 | 4 | | 14.595 | 1 | |
| 89.171 | 1 | | 22.005 | 3 | |
| 89.594 | 1 | | 23.798 | 1 | |
| 90.874 | 1 | | 25.175 | 1 | |
| 92.735 | 1 | | 26.216 | 5 | |
| 93.933 | 6 | | 27.918 | 1 | |
| 94.527 | 2 | | 28.355 | 1 | |
| 98.434 | 5 | | 30.273 | 1 | |
| 5504.258 | 1 | schwach | 33.741 | 1 | |
| 05.432 | 1 | | 37.499 | 2 | |
| 09.888 | 1 | | 5640.466 | 1 | |
| 11.306 | 3 | | 43.110 | 1 | schwach |
| 12.325 | 5 | | 43.518 | 1 | |

| λ | I | Bemerkungen | λ | I | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 5644.344 | 4 | breit | 5719.339 | 2 | |
| 49.212 | 1 | | 20.403 | 2 | |
| 50.612 | 1 | | 21.579 | 2 | |
| 50.994 | 1 | | 24.678 | 1 | |
| 53.052 | 1 | | 25.896 | 1 | schwach. |
| 56.568 | 1 | | 29.505 | 1 | |
| 60.086 | 5 | | 30.337 | 1 | |
| 61.379 | 1 | | 33.162 | 2 | |
| 61.727 | 1 | breit und unscharf. | 37.046 | 1 | |
| 63.215 | 1 | " " " | 38.210 | 2 | |
| 64.098 | 2 | | 41.071 | 1 | |
| 64.907 | 1 | schwach | 41.377 | 1 | schwach. |
| 66.226 | 1 | schwach | 43.555 | 2 | |
| 70.940 | 1 | | 45.697 | 1 | |
| 73.074 | 1 | | 48.275 | 2 | |
| 76.259 | 1 | | 58.161 | 1 | |
| 86.937 | 1 | | 59.708 | 2 | |
| 87.175 | 1 | | 64.079 | 1 | |
| 91.835 | 1 | | 73.981 | 2 | |
| 92.239 | 1 | | 78.555 | 2 | |
| 93.857 | 1 | ? breit Rowland 865 Fe. | 79.466 | 2 | |
| 94.758 | 1 | breit | 82.109 | 1 | |
| 96.450 | 2 | | 87.264 | 1 | |
| 96.949 | 5 | | 88.607 | 2 | ? Rowland $611_6$ ? |
| 5703.662 | 1 | ? schwach Y ? | 5800.728 | 1 | |
| 06.419 | 4 | | 03.052 | 2 | |
| 06.959 | 1 | | 06.945 | 1 | Rowland $950_6$ Fe? |
| 11.140 | 2 | | 15.100 | 1 | |
| 11.637 | 1 | | 31.214 | 1 | |
| 18.125 | 2 | | 5836.566 | 1 | |

Die vorliegende Arbeit habe ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. H. Kayser im physikalischen Institut der Bonner Universität ausgeführt. Es ist mir eine ehrende Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für sein freundliches Entgegenkommen und seinen Rat, mit dem er mir bei meiner Arbeit stets zur Seite stand.

Nicht verfehlen möchte ich schliesslich, Herrn Privatdozent Dr. H. Konen für die Ratschläge und Hilfeleistung, die er mir bei der Anfertigung meiner Aufnahmen zuteil werden liess, herzlichst zu danken.

---

# Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Christian Josef Rütten, kathol. Konfession, zu Lövenich, Bz. Aachen am 19. Januar 1881 als Sohn des Kaufmanns Peter Wilhelm Rütten. Nach einem fünfjährigen Besuch der Elementarschule meines Heimatsortes genoss ich von Ostern 1892 ab meine Gymnasialbildung an der höheren Schule zu Erkelenz, am Königl. Gymnasium zu Neuss und am Königl. Friedrich-Wilhelm-Gymnasium zu Köln. Die zuletzt genannte Anstalt verliess ich Ostern 1901 mit dem Zeugnis der Reife. Ich widmete mich sodann dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften an den Universitäten Marburg, Freiburg und Bonn.

Meine akademischen Lehrer waren:

In Marburg: von Dalwigk, von Drach, Hess †, Kühnemann, Meyer, Natorp, Oldenberg, Richarz, Schottky.

In Freiburg: Cohn, Himstedt, Loewy, Michael, von Simson, Willgerodt.

In Bonn: Anschütz, Baeumker, Clemen, Drescher, Dyroff, Eversheim, Hagenbach, Heffter, Jäger, Kaufmann, Kayser, Konen, Kortum †, Laspeyres, Löb, Pohlig, Rauff, Strassburger, Wentscher, Wiedemann.

Ihnen allen bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

